



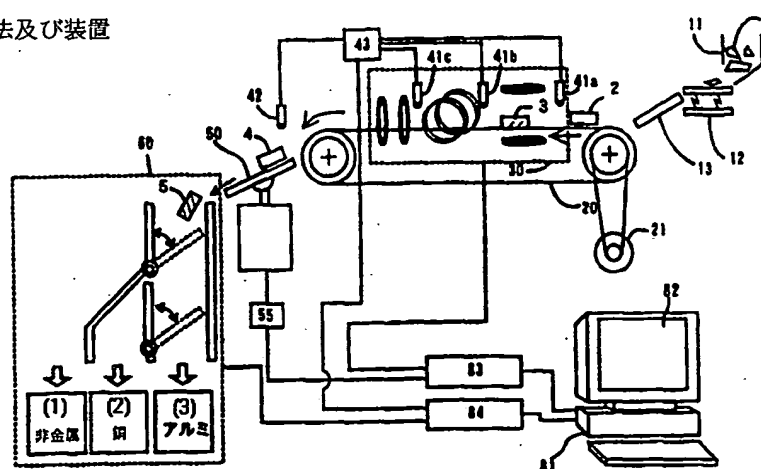
PCT

特許協力条約に基づいて公開された国際出願

<p>(51) 国際特許分類6 G01N 27/90, G01V 3/11, B09B 5/00, B07C 5/344</p>	<p>A1</p>	<p>(11) 国際公開番号 WO99/64853</p> <p>(43) 国際公開日 1999年12月16日(16.12.99)</p>
<p>(21) 国際出願番号 PCT/JP98/02587</p> <p>(22) 国際出願日 1998年6月12日(12.06.98)</p> <p>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 株式会社 日立製作所(HITACHI, LTD.)(JP/JP) 〒101-8010 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地 Tokyo, (JP)</p> <p>(72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 宮本哲郎(MIYAMOTO, Tetsurou)(JP/JP) 〒315-0055 茨城県新治郡千代田町稲吉南2-3-7-306 Ibaraki, (JP) 武田文夫(TAKEDA, Fumio)(JP/JP) 〒300-1236 茨城県牛久市田宮町1082-26 Ibaraki, (JP) 林 政克(HAYASHI, Masakatsu)(JP/JP) 〒300-1236 茨城県牛久市田宮町番外1-129 Ibaraki, (JP) 高村義之(TAKAMURA, Yoshiyuki)(JP/JP) 〒744-0061 山口県下松市河内13-5 Yamaguchi, (JP) 長谷川勉(HASEGAWA, Tsutomu)(JP/JP) 〒352-0001 埼玉県新座市東北2-29-30 ボルテックス21 202号 Saitama, (JP)</p>		<p>(74) 代理人 弁理士 小川勝男(OGAWA, Katsuo) 〒100-8220 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 株式会社 日立製作所内 Tokyo, (JP)</p> <p>(81) 指定国 CN, JP, KR, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE)</p> <p>添付公開書類 国際調査報告書</p>

(54)Title: METAL SORTING METHOD AND DEVICE

(54)発明の名称 金属の選別方法及び装置



(1) ... Nonmetallic material

(2) ... Copper

(3) ... Aluminum

(57) Abstract

A metal sorting device which sorts and recovers metals material by material from crushed nonmagnetic metals with high accuracy. The sorting device is composed of a feeder (12) which feeds crushed pieces (1) containing metal successively, a conveyer (20) which conveys the fed crushed pieces successively, an electromotive force measuring instrument (30) which, by passing the conveyed pieces (3) through a magnetic field in which a plurality of detection coils are provided, measures the change of the electromotive forces of the detection coils, a mass measuring instrument (50) which measures the mass of each piece, an arithmetic processor (81) which calculates the volume of each piece from the change of the electromotive force measured for each piece and calculates the density from the volume and the mass of each piece to identify the kind of material of each piece and a sorting/recovering device (60) which recovers the pieces sorted material by material.

本発明は、非磁性の金属の破砕片中から、高精度に材質毎に選別回収する金属選別装置を提供する。 本発明の装置は、金属を含む破砕片 1 を逐次供給する供給装置 1 2 と、供給される前記破砕片を逐次搬送する搬送装置 2 0 と、搬送される破砕片 3 を複数の検出コイルを設置した磁場中を通過させ、該検出コイルの起電力変化量を測定する起電力測定装置 3 0 と、前記破砕片の各質量を測定する質量測定装置 5 0 と、各破砕片について測定された前記起電力変化量から破砕片の体積を求め、該体積と前記破砕片質量から密度を算出し、前記破砕片の材質を識別する演算処理装置 8 1 と、識別された前記材質をもとに各材質毎に破砕片を回収する選別回収装置 6 0 とから構成した。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE アラブ首長国連邦	DM ドミニカ	KZ カザフスタン	RU ロシア
AL アルバニア	EE エストニア	LC セントルシア	SD スーダン
AM アルメニア	ES スペイン	LI リヒテンシュタイン	SE スウェーデン
AT オーストリア	FI フィンランド	LK スリ・ランカ	SG シンガポール
AU オーストラリア	FR フランス	LR リベリア	SI スロヴェニア
AZ アゼルバイジャン	GA ガボン	LS レント	SK スロヴァキア
BA ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB 英国	LT リトアニア	SL シェラ・レオネ
BB バルバドス	GD グレナダ	LU ルクセンブルグ	SN セネガル
BE ベルギー	GE グルジア	LV ラトヴィア	SZ スワジランド
BF ブルキナ・ファソ	GH ガーナ	MA モロッコ	TD チャード
BG ブルガリア	GM ガンビア	MC モナコ	TG トーゴ
BJ ベナン	GN ギニア	MD モルドヴァ	TJ タジキスタン
BR ブラジル	GW ギニア・ビサオ	MG マダガスカル	TZ タンザニア
BY ベラルーシ	GR ギリシャ	MK マケドニア旧ユーゴスラヴィア	TM トルクメニスタン
CA カナダ	HR クロアチア	共和国	TR トルコ
CF 中央アフリカ	HU ハンガリー	ML マリ	TT トリニダード・トバゴ
CG コンゴ	ID インドネシア	MN モンゴル	UA ウクライナ
CH スイス	IE アイルランド	MR モーリタニア	UG ウガンダ
CI コートジボアール	IL イスラエル	MW マラウイ	US 米国
CM カメルーン	IN インド	MX メキシコ	UZ ウズベキスタン
CN 中国	IS アイスランド	NE ニジェール	VN ヴィエトナム
CR コスタ・リカ	IT イタリア	NL オランダ	YU ユーゴスラビア
CY キューバ	JP 日本	NO ノールウェー	ZA 南アフリカ共和国
CY キプロス	KE ケニア	NZ ニュー・ジーランド	ZW ジンバブエ
CZ チェッコ	KG キルギスタン	PL ポーランド	
DE ドイツ	KP 北朝鮮	PT ポルトガル	
DK デンマーク	KR 韓国	RO ルーマニア	

1

明 細 書

金属の選別方法及び装置

技 術 分 野

本発明は、異なる種類の金属片を選別する金属選別装置に関する。

5 背景技術

従来、廃工業製品をシュレッダ等で破碎する事で発生する、金属・非金属の混在した廃棄物破碎片から鉄や非磁性金属等の有価金属を選別回収する処理としては、鉄は主に磁力選別機による選別が行われており、銅やアルミニウム等の非磁性金属に対しては風力選別機や振動式選別機、
10 重液式選別機等の比重差を利用した選別装置や渦電流を利用した選別機が用いられ、比較的大きな破碎片については人手による選別が行われている。

しかし、渦電流式選別機では銅やアルミを材質別に選別回収する事は困難であり、風力及び振動式選別機は破碎片を事前に細かく破碎し粒径
15 を揃えなくてはならない、重液選別では比重が例えば3の重液に破碎片を投入し浮き沈みによる処理を行うため、重液の管理や処理施設が必要なので装置が大型で設置、運用に費用がかかる、また、人手による選別では作業者が劣悪な環境下におかれ人件費により処理コストが高くなってしまったといった問題があった。

20 そこで、廃棄物破碎片中の非磁性金属（Cu、Al等）を高精度に材質毎に選別回収する比較的安価な手段として、特開平9-24344号公報には、交流が与えられた励磁コイルと検出コイルとの間に選別対象金属を通過させて検出コイルのインダクタンスの変化及び選別対象金属の質量とから選別対象金属の材質を判定する装置が記載されている。

2

しかしながら、上記従来技術に記載された選別装置では、選別精度を高くするために励磁コイルの発振周波数を高くすると却って選別精度が低下してしまうといった問題がある。

発明の開示

- 5 本発明の目的は、選別対象金属の選別精度を高くした金属の選別方法及び選別装置を提供することにある。

上記目的は、磁界発生手段と、複数の検出コイルと、質量測定手段とを有し、識別対象物を前記磁界発生手段によって発生した磁界中に投入し、前記複数の検出コイルの出力と前記質量測定手段の出力とから前記
10 識別対象物の材質を識別することにより達成される。

また上記目的は、磁界発生手段と、複数の検出コイルと、質量測定手段と、識別対象物を前記磁界発生手段によって発生した磁界中に投入する手段と、前記複数の検出コイルの出力と前記質量測定手段の出力とから前記識別対象物の材質を識別する手段とを備えることにより達成され
15 る。

さらに上記目的は、識別対象物を搬送する搬送手段と、この識別対象物が搬送される搬送経路に設けられ異なる3方向の磁界を発生する励磁コイルと、これら励磁コイルに対応して設けられた検出コイルと、前記識別対象物の質量を測定する質量測定手段と、前記検出コイルと前記質量測定手段の出力から前記識別対象物の材質を選別する手段とを備える
20 ことにより達成される。

さらに上記目的は、識別対象物を搬送する搬送手段と、この識別対象物が搬送される搬送経路に設けられ異なる2方向の磁界を発生する励磁コイルと、これら励磁コイルに対応して設けられた検出コイルと、前記

3

識別対象物の長さを測定する長さ測定手段と、前記識別対象物の質量を測定する質量測定手段と、前記検出コイル、前記長さ測定手段、及び前記質量測定手段の出力から前記識別対象物の材質を選別する手段とを備えることにより達成される。

- 5 さらに上記目的は、識別対象物を搬送する搬送手段と、この識別対象物が搬送される搬送経路に設けられ異なる2方向の磁界を発生する励磁コイルと、これら励磁コイルに対応して設けられた検出コイルと、前記識別対象物の質量を測定する質量測定手段と、前記検出コイル及び前記質量測定手段の出力から前記識別対象物の材質を選別する手段とを備える
- 10 ことにより達成される。

- さらに上記目的は、識別対象物を搬送する搬送手段と、この識別対象物が搬送される搬送経路に設けられ異なる2方向の磁界を発生する励磁コイルと、これら励磁コイルに対応して設けられた第1の検出コイルと、前記励磁コイルのうち一つの励磁コイルにより起電力を発生し前記第1
- 15 の検出コイルと異なる方向に設置された第2の検出コイルと、前記識別対象物の質量を測定する質量測定手段と、前記第1の検出コイル、前記第2の検出コイル及び前記質量測定手段の出力から前記識別対象物の材質を選別する手段とを備えることにより達成される。

図面の簡単な説明

- 20 第1図は本発明の第1実施例の金属選別装置の全体構成図であり、第2図は本発明の第1実施例における起電力測定装置の詳細図であり、第3図は本発明の第1実施例における信号処理回路の詳細図であり、第4図は本発明の第1実施例における検出コイルからの出力波形及び復調波形の詳細図であり、第5図は本発明の第1実施例における質量測定装置

の詳細図であり、第 6 図は本発明の第 1 実施例における選別回収装置の詳細図であり、第 7 図は本発明の第 1 実施例における検出コイル 3 2 a の出力波形の図であり、第 8 図は本発明の第 1 実施例における破砕片の検出コイルによる測定面の詳細図であり、第 9 図は本発明の第 1 実施例
5 における検出コイル 3 2 b の出力波形の図であり、第 1 0 図は本発明の第 1 実施例における検出コイル 3 2 c の出力波形の図であり、第 1 1 図は本発明の第 1 実施例における破砕片を直方体で近似した図であり、第 1 2 図は銅、アルミニウムの各破砕片を識別する判別値の分布を示すグラフであり、第 1 3 図は銅、アルミニウムの各破砕片を識別する判別値
10 の分布を示すグラフであり、第 1 4 図は銅、アルミニウムの各破砕片を識別する判別しきい値の設定画面であり、第 1 5 図は本発明の第 2 実施例における起電力測定装置の詳細図であり、第 1 6 図は本発明の第 3 実施例における起電力測定装置の詳細図であり、第 1 7 図は本発明の第 3 実施例における検出コイル 3 2 a の周辺の磁界の様子の詳細図であり、
15 第 1 8 図は本発明の第 4 実施例における起電力測定装置の詳細図であり、第 1 9 図は本発明の第 4 実施例における検出コイル 3 5 の出力波形の図である。

発明を実施するための最良の形態

本発明の実施例を説明する前に、以下の実施例に共通する原理について説明する。
20

上記従来技術に記載された技術では、選別装置に投入された金属片が通過するときの、検出コイルのインダクタンス変化（起電力変化）と金属片の質量を計測している。金属片中に発生する渦電流によって引き起こされる検出コイルの起電力変化（ ΔE とする）は、金属片の形状、大きさ（体積 V ）、材質毎の固有な値である導電率 σ 、透磁率 μ の影響を
25

5

受ける。ここで、比透磁率は非磁性金属はすべて1であり、また金属片形状の影響が小さいとすれば、 $\Delta E \propto V \cdot \sigma$ と表せるため、金属片の質量 m を測定すれば、 $m/V = \text{密度 } \rho$ であるから、 $\Delta E/m \propto \sigma/\rho$ となり、材質に固有な値が得られるとしている。

- 5 しかし、例えばモーターや圧縮機などの複数種類の金属によって形成された金属塊を破碎して得られる金属片のように、形状の雑多な金属片を選別するため、金属片と非接触な励磁・検出コイルによって起電力変化を測定する場合、金属片とコイル間のギャップを、破碎により形状が
- 10 ばらつく中でも大きな金属片がコイル間を通過することができるように大きくとる必要がある。この時、ギャップを大きく取ったことによる測定精度の低下を補うためコイルの測定感度を上げなければならない。このコイルの測定感度の向上は、コイルへ印加する電圧の周波数を高く設定することで達成される。

- 15 しかし、周波数が高くなると、金属片に発生する渦電流は金属片表面に集中し、検出コイルの起電力変化 ΔE は、金属片の磁界方向の厚み及び導電率に対する依存度は低下し、磁界と垂直な面の面積 S に対する依存度が増大してくる。金属片深さと渦電流の強さの関係（渦電流浸透厚さ）は、深さが深くなればなるほど弱くなる傾向にあり、金属片表面からの深さで強さが $1/3$ になる渦電流浸透厚さは、発振周波数が数 KHz
- 20 で数 $10 \mu\text{m}$ ～ 数 $100 \mu\text{m}$ となる。この周波数は実際には 8 KHz から 32 KHz が用いられる。上記したように、発振周波数が高くなると渦電流浸透厚さが薄くなり、このことは渦電流が表面に集中していることを意味する。

6

このため、上記従来技術において、磁界方向の厚みの異なる金属片が投入される場合、 $\Delta E / m \propto S / m$ となって、材質固有の値である密度 ρ に関する値が求められず、識別精度が低下するという問題点があった。この問題を解決するため、以下に説明する実施例では、2つ以上の検出
5 コイルを設け、それぞれ異なる金属片の面の起電力変化を捉えるようにすることで、検出精度を向上するようにした。詳細については以下の実施例を参照することで明確になる。

(実施例1)

本発明による金属選別装置の第1実施例を説明する。

10 磁界中に金属の破砕片を投入した際の磁界変化によるコイルの起電力変化は、上記したように破砕片の面積にしか依存しないため、本実施例では、3つの検出コイルによって直交する3方向から金属片が通過する際の検出コイルに発生する起電力の変化を測定することで、金属片の体積測定を行い、これと質量から密度に相当する値を算出することによって
15 金属片の材質の識別を行う。以下、第1図から第12図を参照しながら説明する。

第1図は本実施例の金属選別装置の全体構成図である。それぞれこの金属選別装置の構成要素である、起電力測定装置30の詳細を第2図に、質量測定装置50の詳細を第5図に、選別回収装置60の詳細を第6図
20 に示す。この金属選別装置は非磁性金属（銅、アルミニウム）と、非金属をそれぞれ選別回収するものである。

この金属選別装置における処理工程の前段階として、例えば、廃工業製品を図示しない破砕機で破砕し、この破砕片中から図示しない磁力選

7

別機で鉄（磁性金属）を回収し、更に図示しない篩や風力選別機などで、例えば粒径10mm以下の微少な破碎片、発泡材、プラスチックなどの微少な軽量物を取り除いておくことが望ましい。

- 選別する破碎片の大きさは、およそ10mm以上150mm以下とする。この選別は金属片である破碎片1つずつ行うことからあまりに小さく破砕してしまうと選別回数が増大して効率が悪くなり、また大きすぎると複数の金属が混合した破碎片となる可能性が高くなるためである。
- 以上のような前処理を経た粒径10mm以上の金属、非金属を含む破碎片1はまず供給部のホッパ11に投入され、次にホッパ下部から振動フィーダ12に落下し、振動フィーダ12で平面的に分散され単位時間当たり一定量で搬送ガイド13に供給される。搬送ガイド13はV字型（またはU字型）断面を持ち、分散して供給された破碎片1（符号は、便宜上処理段階毎に付した）は1列に整列され、1個ずつベルトコンベア式の搬送装置20に送られる。ここで、搬送装置20上に送られた破碎片2が1個ずつ順次起電力測定装置及び質量測定装置を通過するように破碎片同士の最小間隔を確保するため、振動フィーダ12やホッパー11を調整して単位時間当たり破碎片の供給量を管理する。

ここで、供給部のホッパ11と振動フィーダ12は破碎片の供給装置を構成している。

- 次に搬送装置20のベルト上に乗って送られた破碎片3は、起電力測定装置30中を通過し、質量測定装置50へ搬送される。搬送装置20は、モータ21によって駆動される。第2図において、搬送装置20上にはフォトセンサ41a、41b、41cが検出コイル32a、32b、

8

3 2 c の上流側に設けられており、これにより破碎片 3 の通過を検出し、その信号は第 1 図のセンサアンプ 4 3 及びインターフェース 8 4 を介して演算・制御装置 8 1 に取り込まれる。

第 2 図に示す起電力測定装置 3 0 において、励磁コイル 3 1 a、3 1 b、3 1 c と検出コイル 3 2 a、3 2 b、3 2 c はそれぞれ対となって平行に配置されており、かつ前記の 3 つのコイル対同士は、お互いに直交するように配置されている。

各検出コイル 3 2 a、3 2 b、3 2 c 近傍の空間は、それぞれ発振回路 3 3 a、3 3 b、3 3 c により周波数 f の交流電圧（正弦波、矩形波のどちらでもよいが、本実施例では正弦波とした）が印加された励磁コイル 3 1 a、3 1 b、3 1 c によって交流（交番）磁界が発生しており、この交流磁界の影響で、各検出コイル 3 2 a、3 2 b、3 2 c には通常周波数 f の起電力が発生している。各検出コイルの出力はそれぞれ信号処理回路 3 4 a、3 4 b、3 4 c によって後述するように信号処理されて、第 1 図の A/D 変換器 8 3 を介してデジタル信号化して演算・制御装置 8 1 に取り込まれる。

また、第 3 図より、各信号処理回路では、各検出コイル上を何も通過しない状態での起電力と同等の起電力を発生する発振回路 9 1 の出力（発振回路 3 3 a、3 3 b、3 3 c の出力をギャップによる低下分減衰させて取り込んでもよい）を、検出コイルの出力に逆位相で合成することで、第 4 図の、何も通過しない状態での出力 9 3 のように零になるようにしている。

さらに破碎片が通過して破碎片の渦電流によって各検出コイルの出力

が変化した場合には、発振周波数の周波数 f の交流起電力が検出コイルに生じ、A点での電圧波形は第4図の波形94のようになる。この波形94の振幅の変化は起電力の変化を表している。この波形94の特定位相（0から 2π ）における電圧値の変化は破砕片が通過したときの起電力の変化であるから、復調回路92で特定の位相（第4図の場合 $\pi/2$ における電圧値を取っているので、ピーク値の変化が得られることとなる）での振幅の変化の波形95に変換し出力する。波形94の特定位相の電圧値を取っていることで図示の如く正の変化のみならず負の変化をも読みとることができる。

10 破砕片3が搬送装置20によって励磁コイル31aと検出コイル32aの間を通過すると、励磁コイル31aの発生する交流磁界が変化し、検出コイル32aの起電力に変化が生じる。

そこで、フォトセンサ41aによって破砕片3の通過を検出すると、検出コイル32aの起電力変化を信号処理回路34aによって特定の位相の振幅変化に復調し、A/D変換器83を介してデジタル信号化して
15 演算・制御装置81に取り込む。

同様にして、フォトセンサ41bによって破砕片3の通過を検出すると検出コイル32bの起電力変化を、フォトセンサ41cによって破砕片3の通過を検出すると検出コイル32cの起電力変化を、各復調回路
20 34b、34c及びA/D変換器83によって演算・制御装置81に取り込む。

なお、各コイル対は、お互いに磁界が干渉して、測定に影響が出ることのないように、十分に離れている事が望ましい。

10

第5図において、質量測定装置50に送られた破碎片4は傾斜した受け台51の表面を滑り、選別回収装置60に送られる。質量測定装置50上にはフォトセンサ42が受け台51の前部に設けられており、これにより破碎片の通過を検出し、その信号はセンサアンプ43及びインターフェース84を介して演算・制御装置81に取り込まれる。

受け台51は破碎片4を案内するとともに破碎片4の重量を支持しており、受け台51と破碎片4の質量は軸受け53によって支持されたシャフト54を通して荷重センサ52にかかる。フォトセンサ43が破碎片4の通過を検知すると、アンプ55を通して増幅された荷重センサ52の出力電圧はA/D変換器83でデジタル信号化され、演算・制御装置81に取り込まれ質量に換算される。さらに、あらかじめ求めておいた受け台51、シャフト54の質量を差し引きして得られた破碎片4の質量測定値mを記憶する。

第6図において、質量測定装置50を通過した破碎片5は選別回収装置60に投入される。選別回収装置60は、駆動用アクチュエータ62、65によって駆動されるセパレータ61、64を備えている。また、駆動用アクチュエータ62、65はドライバ63、66及び第1図中のインターフェース84を介して演算・制御装置81によって制御され、前記各検出コイル及び質量測定装置の測定値を用いた演算による材質識別の結果により、セパレータ61、64の位置を設定する。

セパレータ64が位置64aに設定されていた場合、セパレータ61が位置61aに設定されていた場合は破碎片5はアルミニウム回収容器67に回収され、位置61bに設定されていた場合は破碎片5は銅回収

容器 6 8 に回収される。

セパレータ 6 4 が位置 6 4 b に設定されていた場合、破碎片 5 は非金属回収容器 6 9 に回収される。

次に、演算・制御装置 8 1 において行われる、前記各検出コイル及び
5 質量測定装置の測定値を用いた演算による、材質識別の方法について説明する。

第 2 図において、検出コイル 3 2 a 周辺の磁界の方向は検出コイル 3
2 a の中央付近では、検出コイル 3 2 a と励磁コイル 3 1 a を結ぶ直線
方向であり、破碎片 3 が検出コイル 3 2 a の中央付近を通過するとき、
10 前記磁界の影響により破碎片 3 内部には渦電流が発生し、この影響で、
検出コイル 3 2 a には起電力変化が発生する。この時、破碎片 3 に発生
する渦電流は、ほぼ破碎片 3 の表面付近に集中して発生し、通過の際の
検出コイル 3 2 a の起電力変化は信号処理回路を通して第 7 図のよう
になる。第 7 図の意味は、破碎片が検出コイル 3 2 a の検出領域中に入っ
15 てきて起電力変化が発生し (1 0 5)、検出コイル 3 2 a の中央付近で
起電力変化が最大になり (1 0 1)、検出コイル 3 2 a の測定領域から
出て行く (1 0 6) を示しているものである。

ここで、第 7 図中の最大値 1 0 1 は、第 8 図の破碎片 3 の、磁界に垂
直な面への投影 3 a の面積にほぼ比例する。この最大値 1 0 1 の値を E
20 1 とする。

同様に、検出コイル 3 2 b の破碎片 3 の通過の際の信号処理回路を通
しての出力は第 9 図のようになり、最大値 1 1 1 は第 8 図の破碎片 3 の
投影 3 b の面積にほぼ比例する。また、検出コイル 3 2 c の破碎片 3 の

12

通過の際の復調回路を通しての出力は第 10 図となり、最大値 121 は第 8 図の破碎片 3 の投影 3c の面積にほぼ比例する。

ここで、第 11 図のように破碎片形状を直方体に近似すると、体積 V は 3 つの直交面の面積 S_1 、 S_2 、 S_3 により (数 1) 式のように表す

5 ことができる。

$$\begin{aligned} V &= W \cdot H \cdot L \\ &= \sqrt{(W \cdot L)(H \cdot L)(W \cdot H)} \quad \cdots \text{数 1} \\ &= \sqrt{S_1 \cdot S_2 \cdot S_3} \end{aligned}$$

3 つの検出コイルの出力の最大値 E_1 、 E_2 、 E_3 は、それぞれ S_1 、 S_2 、 S_3 に比例するので、(数 2) 式により破碎片の体積に相当する値が算出出来る。

$$10 \quad V \propto \sqrt{E_1 \cdot E_2 \cdot E_3} \quad \cdots \text{数 2}$$

そこで、 E_1 、 E_2 、 E_3 と、前記質量測定装置による測定値 m を用いて、材質の判別値を (数 3) 式とあらわす。これは破碎片の密度の逆数と同じ意味であり、材質に固有な値である。

$$\text{判別値} = \frac{\sqrt{E_1 \cdot E_2 \cdot E_3}}{m} \quad \cdots \text{数 3}$$

15 アルミニウムと銅の破碎片を例にとると、いくつかのサンプルの測定値から算出した前記判別値は、各材質の密度の違いに応じて第 12 図のような分布をとる。ここで、一定値の判別しきい値 201 を予め設定しておき、これと各判別値 (数 3) を比較し、しきい値 $>$ 判別値 (数 3) の時は銅、しきい値 $<$ 判別値 (数 3) の時はアルミニウムとして判別す

20 ることで、材質の識別を行う事が出来る。また、検出コイルの起電力変

13

化がない、あるいは、測定系に加わるノイズと比較して差がない程度に微少な場合、破碎片は非金属として識別する事が出来る。

また例えば、第13図に示すように2つのしきい値211、212を設定し、しきい値212 > 判別値ならば銅、しきい値212 < 判別値 < しきい値211ならば混合物、しきい値211 < 判別値ならばアルミニウムとして判別することで、より、高純度な選別を行うことが出来る。

なお、本装置による実稼働を開始する前に、判別値を処理対象に合わせて最適値に調整する。この調整方法として例えば、処理対象となる破碎片から無作為に適量のサンプル破碎片を取り出して、たとえば人手による選別を行い、材質別に回収しておく。次にこれらの破碎片を材質別に本装置に投入し、測定を行い、この結果を表示装置82に第14図に示すように材質別に表示すると、処理対象物の材質毎の分布を知ることができる。この表示結果を見ながら前記判別しきい値を、例えばマウス等の入力装置を用いて変更し、材質毎の境界値に一致するように表示結果を見ながら判別しきい値を選択し設定する。破碎片の計測値の分布は処理の対象となる破碎片の大きさや形状の傾向、検出コイルの形状、配置によっても変化するので、前記のようなサンプル破碎片を測定することによる判別しきい値の調整により選別精度が向上でき、また表示装置に分布図と判別値を表示させ画面上から入力し調整することで、現場において、作業者が、判別しきい値を容易に設定することが可能となる。

なお、上記実施例では、破碎片を移動させて移動中の検出コイルに発生した起電力の変化から破碎片の材質を特定することとしているが、予め決められた複数箇所の位置に停止させて、それぞれの検出コイルの起

電力を測定して材質を選別することも可能である。この際、全ての破
片は誤差の範囲内で同一位置に停止させ測定条件を一定にしておく必要
がある。この理由は、本測定は例えば起電力が体積に比例することを利用
したものであるから、比例関係が保たれる必要があるからである。破
5 破片停止位置が破碎片毎に異なっているとこの比例関係が崩れるため選
別できなくなる。

しかし、この測定方法では、大量に流れてくる形状重量の異なる破
片を正確に停止位置に停止させなければならないため、一つ一つの測定
に時間がかかりスループットが低下するといった問題がある。

10 (実施例 2)

本発明を用いた別の実施例を説明する。

第 1 実施例の金属選別装置の起電力測定装置において、第 2 図の励磁
コイル 31c の発生する磁界は、破碎片の進行方向に平行に発生するた
め搬送装置上の測定領域が広く、他のコイル対との干渉を避けるために
15 間隔を大きく取らねばならず、また、破碎片の供給間隔も広く取らな
く
てはなくなる。

そこで、本実施例では、第 11 図のように、破碎片を直方体近似した
場合、破碎片体積 V が、進行方向に平行な 2 面の面積 S_1 、 S_2 と、進
行方向長さ L から、(数 4) 式のように表される事を利用し、前記破
20 片進行方向に平行な磁界を発生するコイル対を用いず、かわりに破碎片
の進行方向の長さを測定し、これと、残りの 2 つのコイル対により測定
した、破碎片の進行方向に平行でかつお互いに垂直な 2 面の投影面積か
ら、破碎片体積を求める。

$$\begin{aligned}
 V &= W \cdot H \cdot L \\
 &= \frac{(W \cdot L)(H \cdot L)}{L} \quad \dots \text{数 4} \\
 &= \frac{S1 \cdot S2}{L}
 \end{aligned}$$

- 本実施例の起電力測定装置を第 15 図に示す。第 1 実施例と同様に、搬送装置 20 によって搬送される破碎片 3 による磁界変化を、検出コイル 32 a、32 b によって測定し、第 11 図の破碎片の進行方向に平行
- 5 でかつお互いに垂直な 2 つの面積 S1、S2 に比例する E1、E2 を得る。続いて、破碎片 3 がフォトセンサ 41 c によって検出され、センサアンプ 43、インタフェース 84 を介して演算制御装置 81 に取り込まれる際に、フォトセンサ 41 c の検出信号の時間長さを記録し、これと搬送装置 20 の搬送速度から、破碎片の搬送方向の長さ L を算出する。
- 10 これらの測定結果から、演算制御装置 81 において、判別値を（数 5）式によって算出し、実施例 1 と同様に、あらかじめ設定したしきい値との比較によって、材質の識別を行う。

$$\text{判別値} = \frac{E1 \cdot E2}{L \cdot m} \quad \dots \text{数 5}$$

- この実施例により、コイル対及び演算装置を一組省略することができ
- 15 るという効果を得る。

（実施例 3）

- 本発明を用いた別の実施例を説明する。第 2 実施例の金属選別装置の起電力測定装置において、破碎片の進行方向長さを測定する手段として、例えばフォトセンサによる通過時間の測定を用いているが、廃棄物の破
- 20 碎片を対象とする場合、周辺環境や対象物は埃や塵などで汚れやすく、

光学的測定ではこれらの影響を受けて測定できない可能性も考えられる。

そこで、本実施例では、コイル 3 1 a の中央付近で磁界の向きが破
砕片進行方向に垂直な向きになるよう配置した場合に、磁界が放射状に
広がるために、コイルの端部においては磁界が破砕片進行方向と平行な
5 向きになっていることを利用し、第 2 実施例で用いた 2 つのコイル対の
みで、破砕片の直交する 3 面の投影面積を測定し、これにより体積を算
出する。

本実施例の起電力測定装置を第 1 6 図に示す。検出コイル 3 2 a の周
辺の磁界は、第 1 7 図のようになっている。破砕片 3 が、搬送装置 2 0
10 により、第 1 7 図の如く検出コイルの前端部 1 3 1 及び後端部 1 3 2 に
位置するとき、破砕片の周囲の磁界は破砕片の進行方向に平行な向きに
なっており、この時の検出コイル 3 2 a の起電力変化は、第 8 図の破砕
片の進行方向と垂直な面への投影 3 c の面積に比例して、なおかつ、検
出コイル 3 2 a のコイルの外側であるため、位相が逆転（第 1 の実施例
15 中で説明したように波形 9 4 の特定位相の電圧値を検出しているため正
負の判定ができる）し、復調回路を経た出力はマイナスとなる。

そこで、破砕片通過の際の検出コイル 3 2 a の出力変化の第 7 図から、
コイル前端部及び後端部を通過する際の極小値 1 0 2、1 0 3 の平均値
を E 3 1、コイル中央部 1 3 1 を通過する際の最大値 1 0 1 を E 1 とす
20 る。

同様に、第 9 図の、検出コイル 3 2 b を破砕片が通過する際の出力変
化から、最大値 1 1 1 を E 2、極小値 1 1 2、1 1 3 の平均値を E 3 2
として記憶する。E 1、E 2、E 3 1 + E 3 2（合算値出なくても平均

- 値でもよいが、平均値の合算値の方が誤差が少なくなる。また、これにより得られる ΔE は密度に比例関係にあるので、合算することは体積を2倍することに相当するので、固有の値の比例値となり全ての破砕片を同一条件で測定する限り問題無く選別することができる。)は、それぞれ、破砕片の直交する3平面への投影面積に比例しているので、判別値を(数6)式とおけば、破砕片の密度の逆数に相当する値が得られ、実施例1と同様、材質の識別を行うことが出来る。

$$\text{判別値} = \frac{\sqrt{E1 \cdot E2 \cdot (E31 + E32)}}{m} \quad \cdots \text{数 6}$$

- また、第7図において、最大値及び極小値を用いる代わりに、波形の正の部分の面積104をE1、負の面積105、106の和をE31、同様に、第9図に置いて、最大値及び極小値を用いる代わりに、正の面積114をE2、面積115と116の和をE32としてもよい。この方法は、検出コイルの信号にノイズが有り最大値、極小値だけ用いると誤差が大きくなる場合に有効である。

- 以上、本実施例によれば、2組の発振・検出コイルの組で、しかも破砕片の長さを測定することなしに、第1の実施例に近い精度で破砕片の材質を選別することができるという効果を奏する。

(実施例4)

本発明を用いた別の実施例を説明する。

- 実施例3の測定方法では、進行方向に垂直な面の測定を行うときに、検出コイルの外側で測定を行うため、測定精度が他の面に比べて高くない。そこで、本実施例では前記測定のために検出コイルのみを増設し、

測定精度の向上を図る。

本実施例の起電力測定装置の実施の形態を第 18 図に示す。

検出コイル 35 は、中心部を破砕片が通過するように搬送装置上に設置されており、また、励磁コイル 31 a が発生した磁界が放射状に広がり、

- 5 破砕片の進行方向に平行に検出コイル 35 を貫いている。

検出コイル 35 は他の検出コイル同様信号処理回路が接続されており、破砕片が通過する際の出力は第 19 図のようになる。この最大値 141 は、第 8 図の破砕片の進行方向に垂直な面への投影 3 c の面積に比例する。そこで、最大値 141 を E_3 として、判別値を（数 3）式とおけば、

- 10 破砕片の密度の逆数に相当する値が求まるため、実施例 1 と同様に材質を識別し、選別が可能となる。

請求の範囲

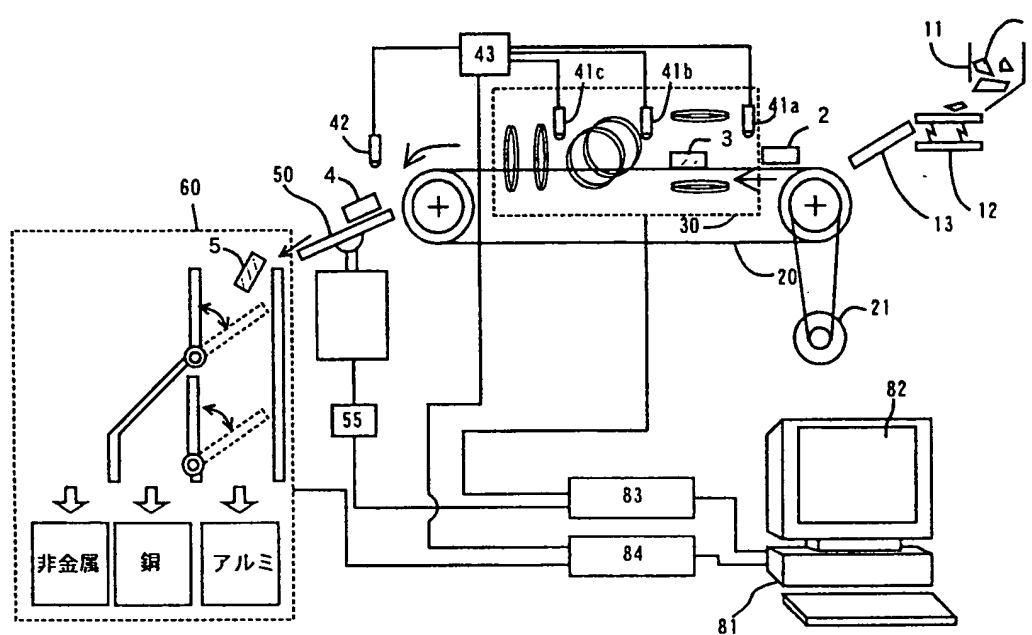
1. 磁界発生手段と、複数の検出コイルと、質量測定手段とを有し、識別対象物を前記磁界発生手段によって発生した磁界中に投入し、前記複数の検出コイルの出力と前記質量測定手段の出力とから前記識別対象物の材質を識別する金属の選別方法。
- 5 2. 前記識別対象物の投入は、前記識別対象物を搬送することによって行うものである請求の範囲第1項記載の金属の選別方法。
3. 前記識別対象物は、異なる位置で少なくとも2方向の磁界中に投入されるものである請求の範囲第1項記載の金属の選別方法。
- 10 4. 磁界発生手段と、複数の検出コイルと、質量測定手段と、識別対象物を前記磁界発生手段によって発生した磁界中に投入する手段と、前記複数の検出コイルの出力と前記質量測定手段の出力とから前記識別対象物の材質を識別する手段とを備えた金属の選別装置。
- 15 5. 前記識別対象物の投入する手段は、前記識別対象物を搬送する搬送手段である請求の範囲第4項記載の金属の選別装置。
6. 前記磁界発生手段は、少なくとも2方向の磁界を発生する手段であり、前記複数の検出コイルは、異なる位置における前記識別対象物の起電力を検出するものである請求の範囲第4項記載の金属の選別装置。
7. 識別対象物を搬送する搬送手段と、この識別対象物が搬送される搬送経路に設けられ異なる3方向の磁界を発生する励磁コイルと、これら励磁コイルに対応して設けられた検出コイルと、前記識別対象物の質量を測定する質量測定手段と、前記検出コイルと前記質量測定手段の出力から前記識別対象物の材質を選別する手段とを備えた金属の選別装置。
- 20 8. 識別対象物を搬送する搬送手段と、この識別対象物が搬送される搬

送経路に設けられ異なる2方向の磁界を発生する励磁コイルと、これら励磁コイルに対応して設けられた検出コイルと、前記識別対象物の長さを測定する長さ測定手段と、前記識別対象物の質量を測定する質量測定手段と、前記検出コイル、前記長さ測定手段、及び前記質量測定手段の
5 出力から前記識別対象物の材質を選別する手段とを備えた金属の選別装置。

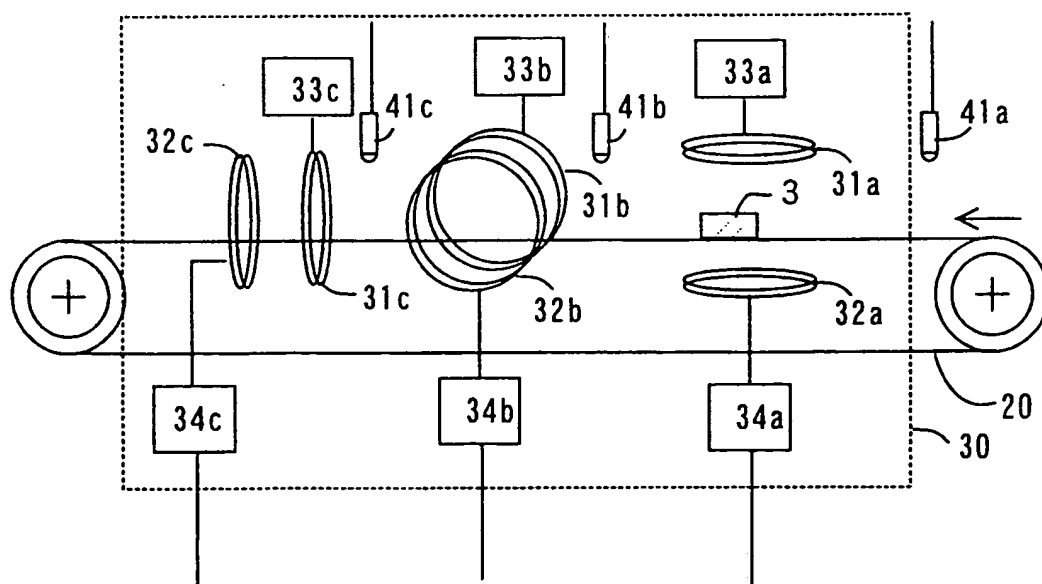
9. 識別対象物を搬送する搬送手段と、この識別対象物が搬送される搬送経路に設けられ異なる2方向の磁界を発生する励磁コイルと、これら励磁コイルに対応して設けられた検出コイルと、前記識別対象物の質量
10 を測定する質量測定手段と、前記検出コイル及び前記質量測定手段の出力から前記識別対象物の材質を選別する手段とを備えた金属の選別装置。

10. 識別対象物を搬送する搬送手段と、この識別対象物が搬送される搬送経路に設けられ異なる2方向の磁界を発生する励磁コイルと、これら励磁コイルに対応して設けられた第1の検出コイルと、前記励磁コイルのうち一つの励磁コイルにより起電力を発生し前記第1の検出コイル
15 と異なる方向に設置された第2の検出コイルと、前記識別対象物の質量を測定する質量測定手段と、前記第1の検出コイル、前記第2の検出コイル及び前記質量測定手段の出力から前記識別対象物の材質を選別する手段とを備えた金属の選別装置。

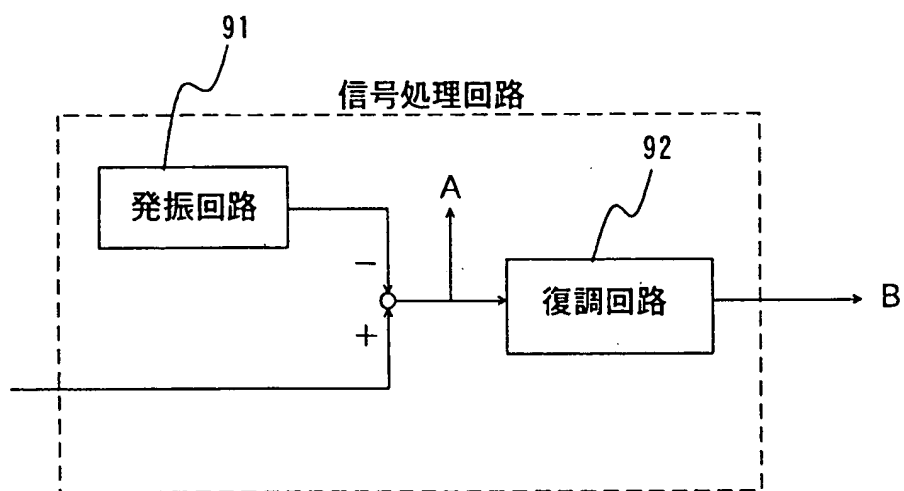
1/10
第 1 図



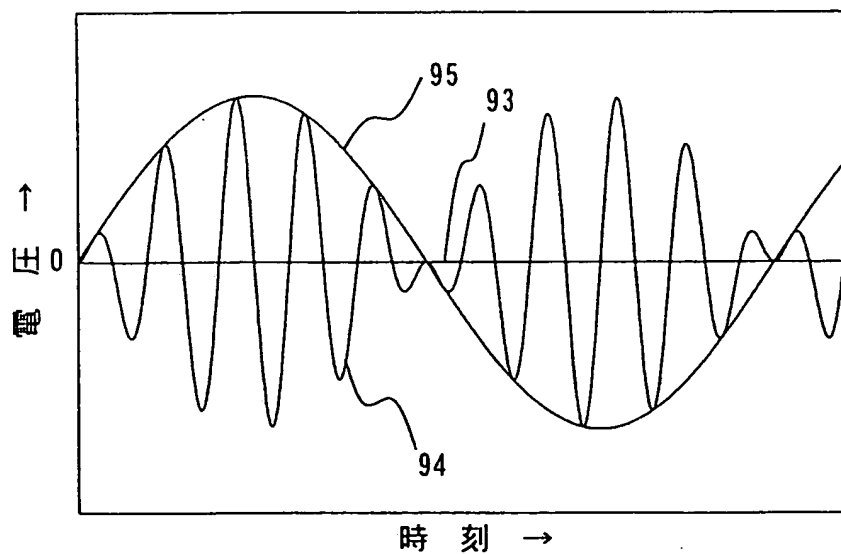
第 2 図

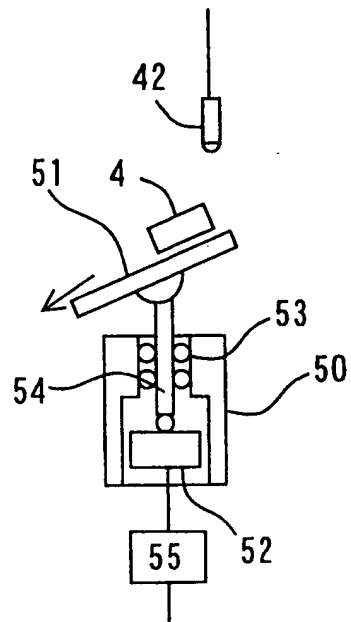


2/10
第3図

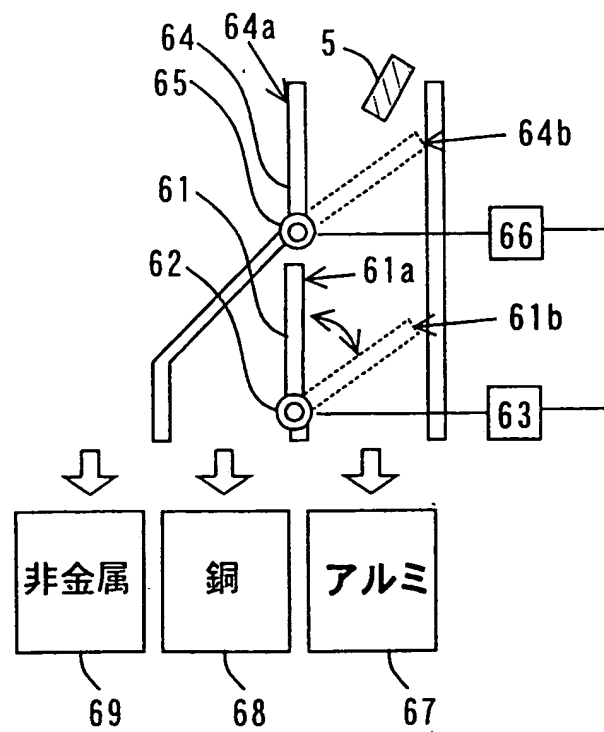


第4図

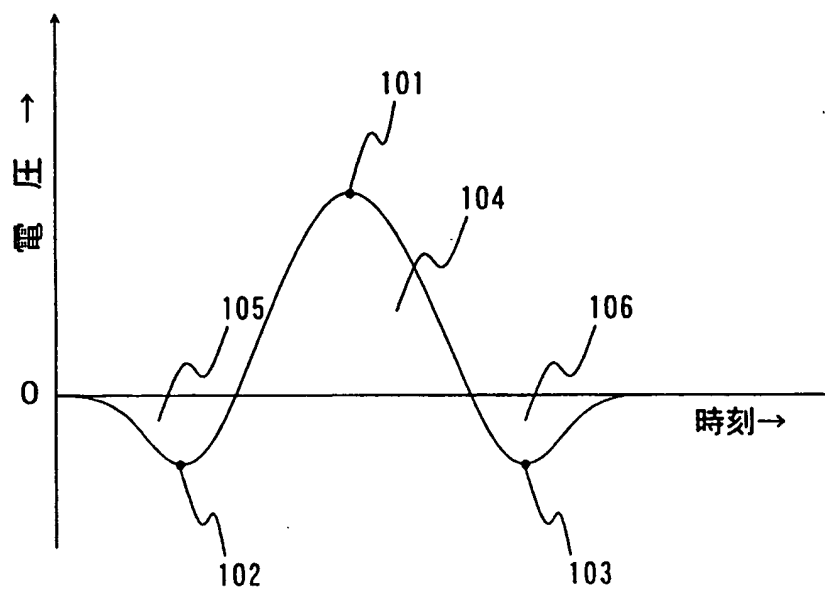


3/10
第5図

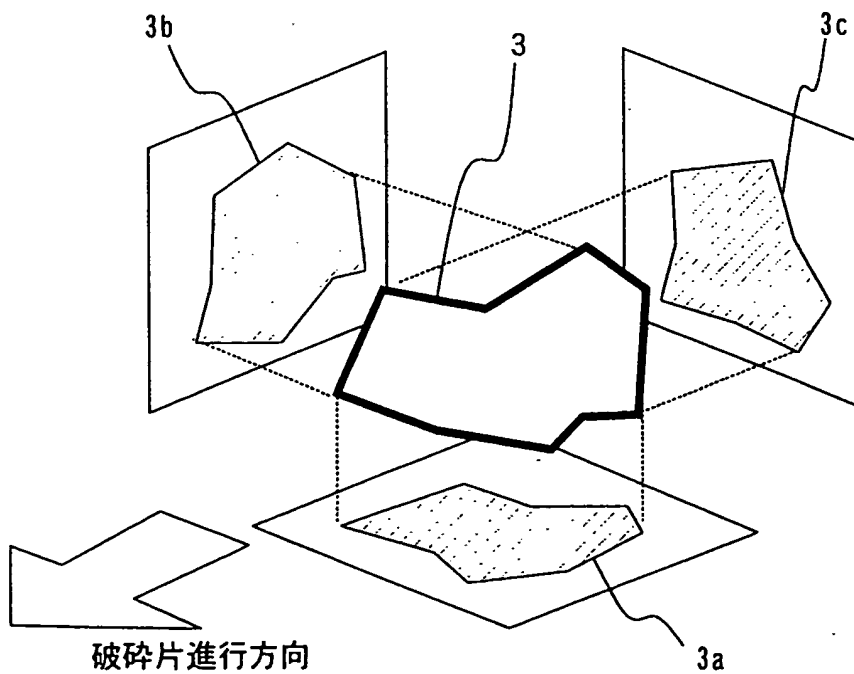
第6図



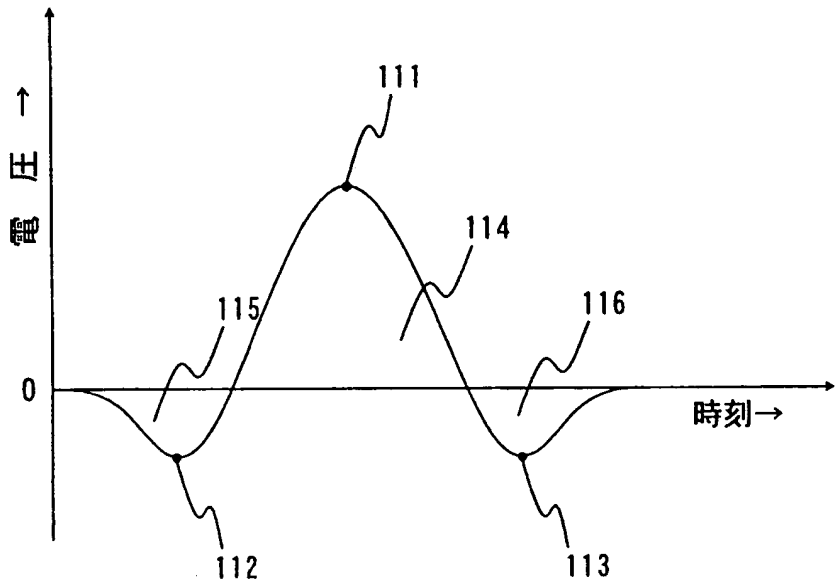
4/10
第7図



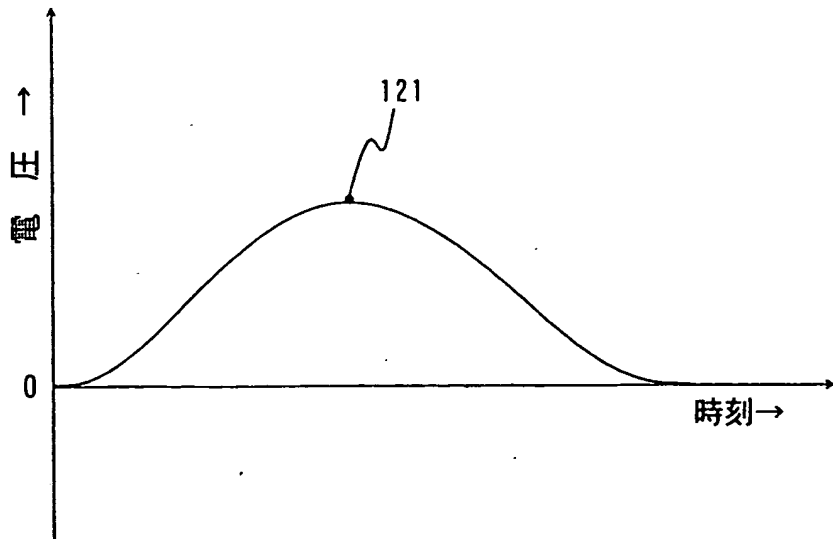
第8図



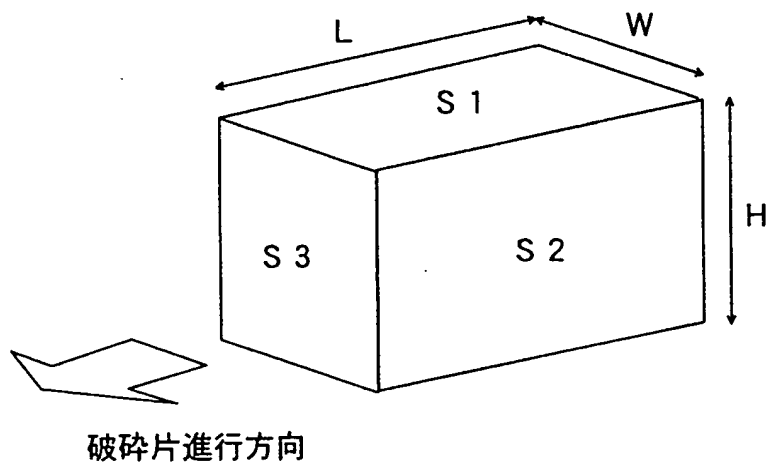
5/10
第 9 図



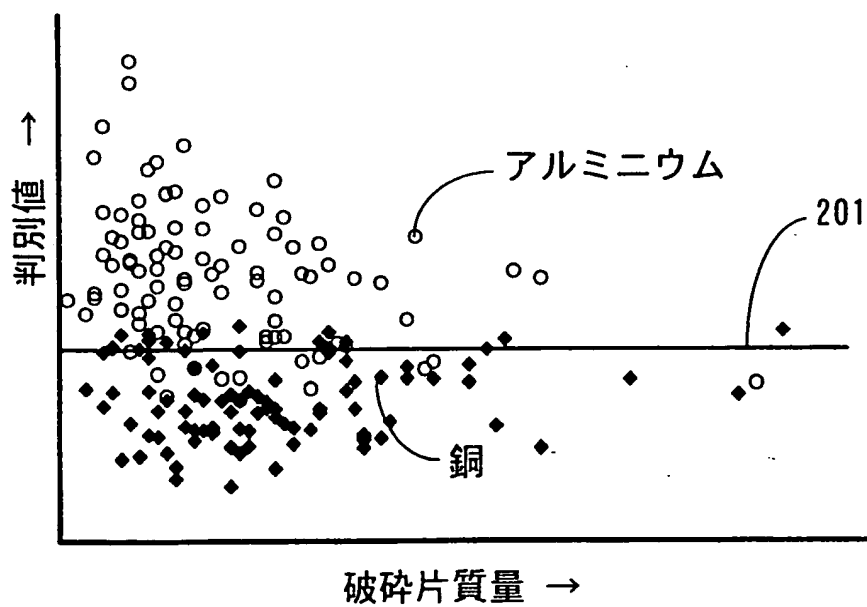
第 10 図



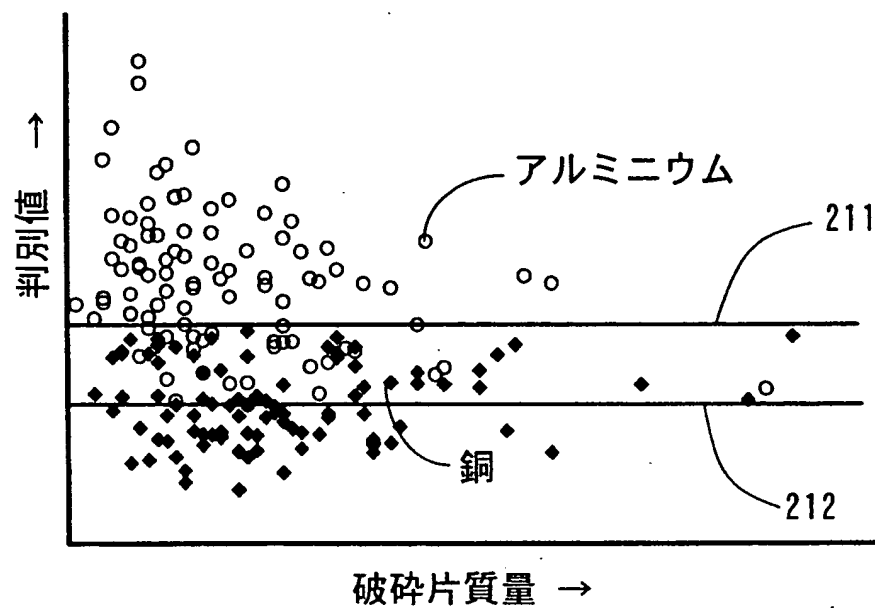
6/10
第11図



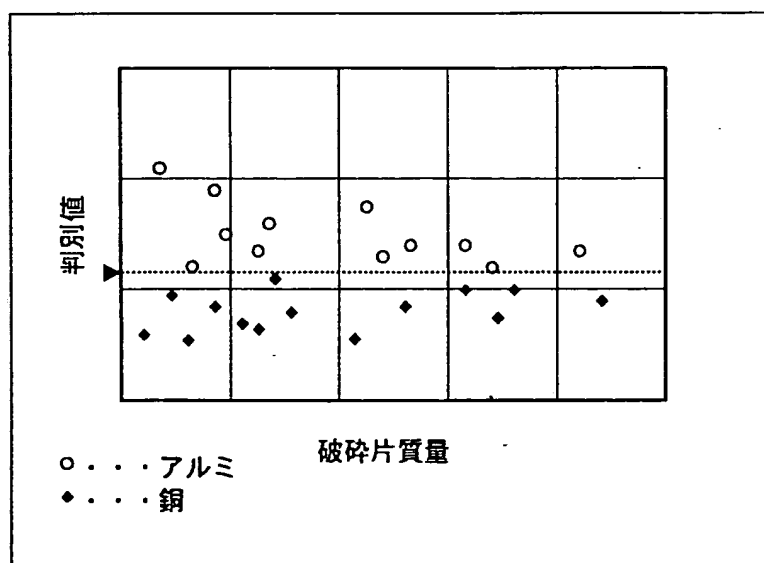
第12図



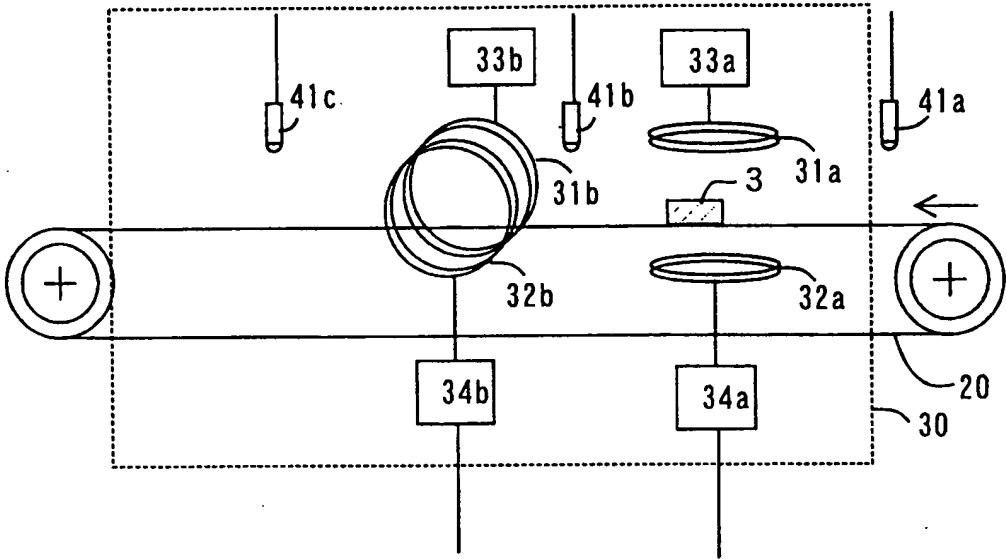
7/10
第13図



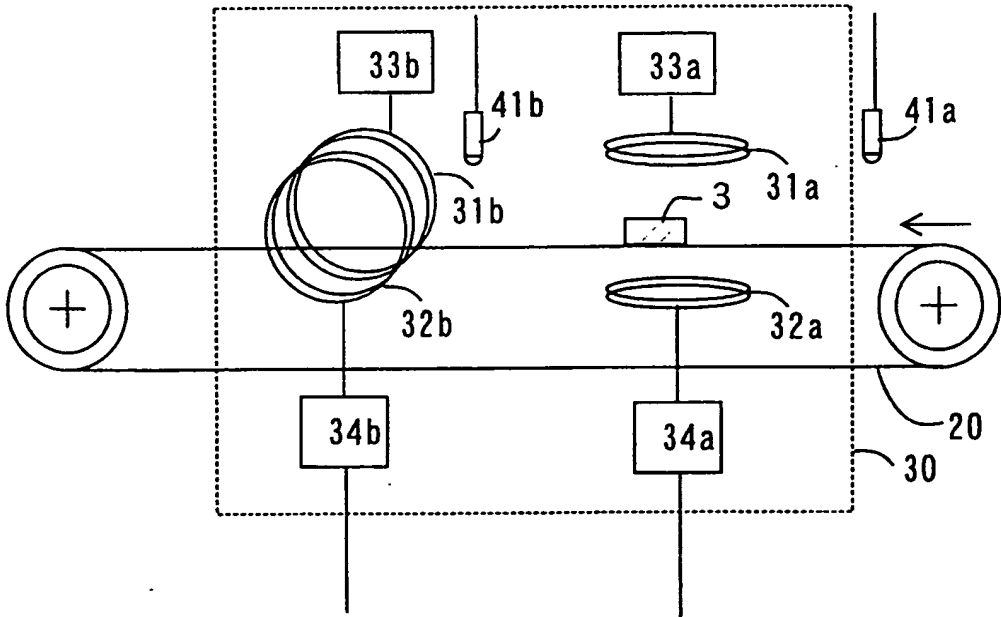
第14図

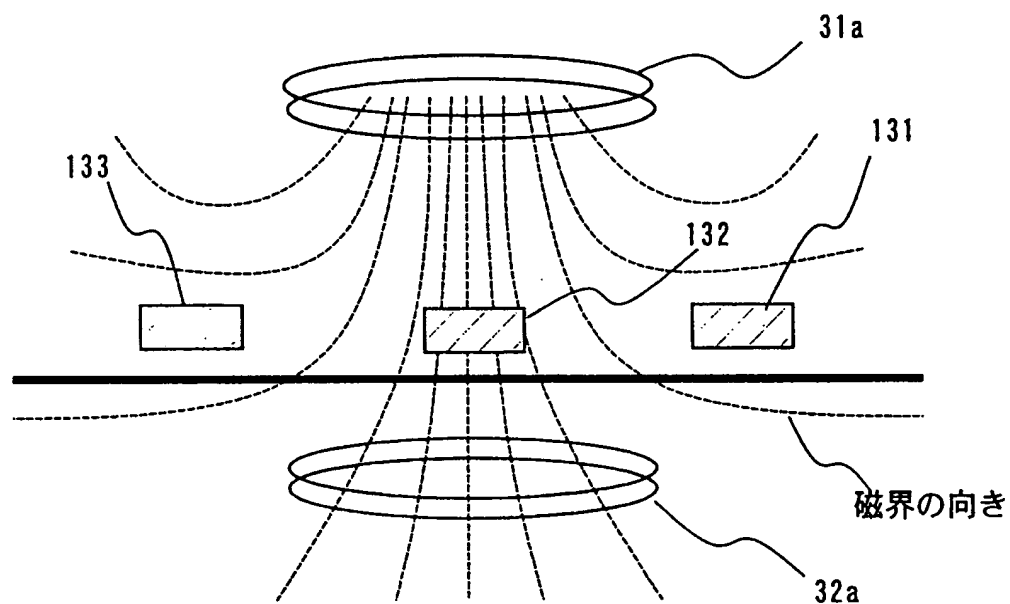


8/10
第 1 5 図

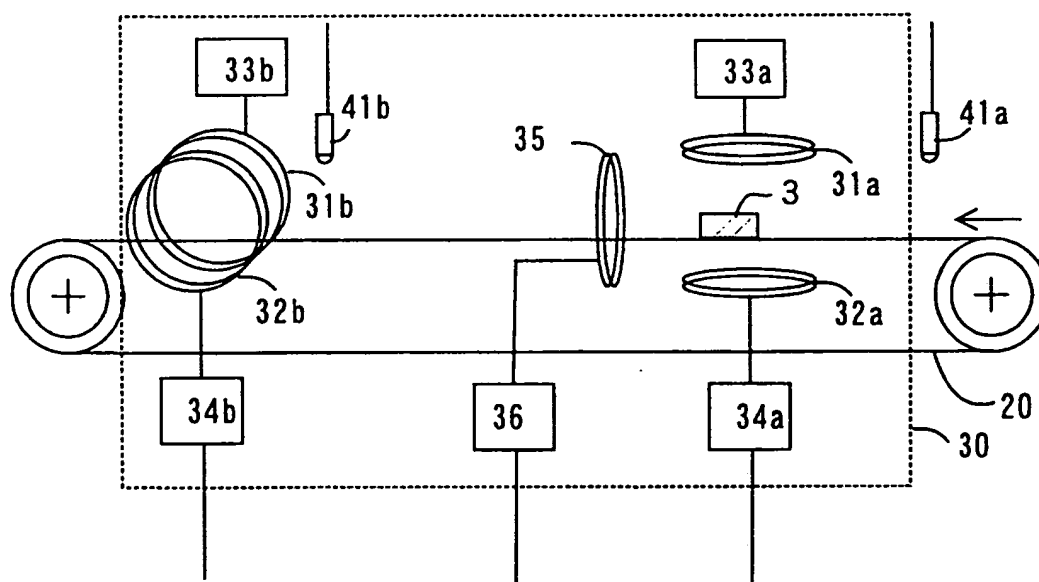


第 1 6 図

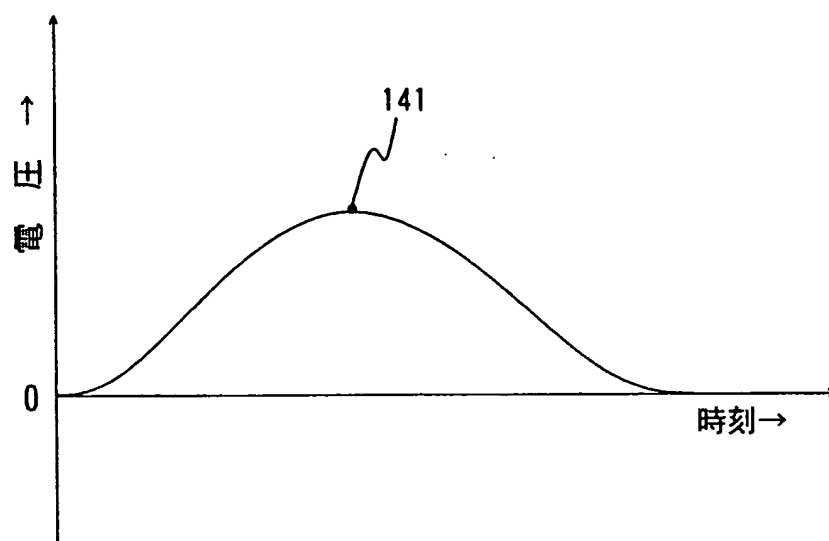


9/10
第17図

第18図



10/10
第 1 9 図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP98/02587

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁶ G01N27/90, G01V3/11, B09B5/00, B07C5/344

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁶ G01N27/72-27/90, G01V3/10-3/11, B09B5/00, B07C5/344

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1926-1998 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-1998

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1998

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, 7-256231, A (Hitachi, Ltd.), October 9, 1995 (09. 10. 95), Column 9, line 4 to column 10, line 17 (Family: none)	1-7, 9, 10
Y	JP, 56-117178, A (Shimadzu Corp.), September 14, 1981 (14. 09. 81), Page 1, lower left column, lines 5 to 9 (Family: none)	1-7, 9, 10
A	JP, 9-24344, A (Hitachi, Ltd.), January 28, 1997 (28. 01. 97) (Family: none)	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
June 30, 1998 (30. 06. 98)Date of mailing of the international search report
July 7, 1998 (07. 07. 98)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号 PCT/J P 98/02587

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁸ G01N 27/90, G01V 3/11, B09B 5/00, B07C 5/344

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁸ G01N 27/72-27/90, G01V 3/10-3/11, B09B 5/00, B07C 5/344

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1998年
 日本国公開実用新案公報 1971-1998年
 日本国登録実用新案公報 1994-1998年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP, 7-256231, A(株式会社日立製作所)9. 10月. 1995(09. 10. 95)第9欄 第4行-第10欄第17行(ファミリーなし)	1-7, 9, 10
Y	JP, 56-117178, A(株式会社島津製作所)14. 9月. 1981(14. 09. 81)第1頁 左下欄第5-9行(ファミリーなし)	1-7, 9, 10
A	JP, 9-24344, A(株式会社日立製作所)28. 1月. 1997(28. 01. 97)(ファミ リーなし)	1-10

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

30. 06. 98

国際調査報告の発送日

07.07.98

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

江成 克己

印

2 J

9506

電話番号 03-3581-1101 内線 3252